

MANUFACTURE OF THIN FILM SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP9321311 (A)

Publication date: 1997-12-12

Inventor(s): HAYASHI HISAO; SHIMOGAICHI YASUSHI; MINEGISHI MASAHIRO

Applicant(s): SONY CORP

Classification:

- international: H01L21/20; H01L21/02; H01L21/268; H01L21/336; H01L27/12; H01L29/786;
H01L21/02; H01L27/12; H01L29/66; (IPC1-7): H01L29/786; H01L21/20;
H01L21/268; H01L21/336; H01L27/12

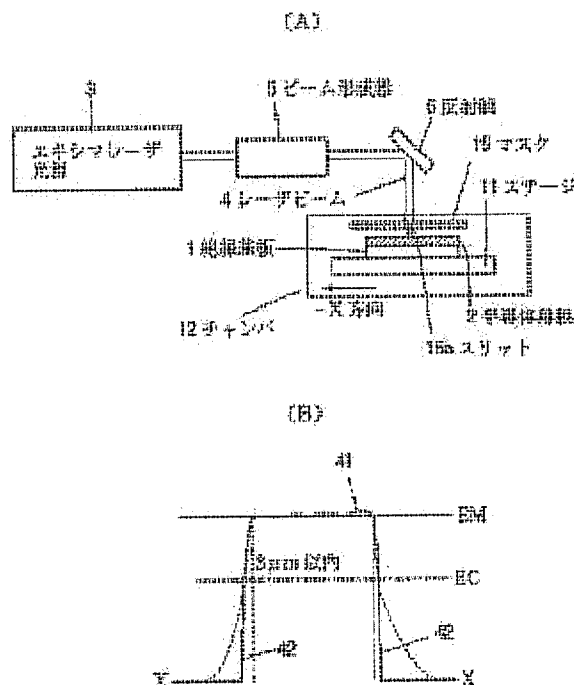
- European:

Application number: JP19960153022 19960524

Priority number(s): JP19960153022 19960524

Abstract of JP 9321311 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a homogenous crystal by improving a laser beam energy distribution at crystallizing a semiconductor thin film. **SOLUTION:** An amorphous semiconductor thin film 2 is formed on the surface of an insulation substrate 1. A laser anneal step irradiates a laser beam having an energy exceeding a threshold to melt and cool this film 2 enough to convert the amorphous film in a polycrystalline one. In this step, pulses of the beam 4 formed like a band is intermittently irradiated on the substrate 1 with irradiated regions partly overlapped and shifted in the transverse direction X, relative to the substrate 1. The beam 4 has an energy distribution having a flat central part 41 and inclined side parts 42 in the direction X.; In a range at least exceeding the threshold EC, the inclined part 42 is made abrupt to adjust so that the melting temp. in the rear part of the irradiated region in the direction X is equal to that in this region. For this, the beam 4 is irradiated through a band-like slit 15a to control the width of the incline parts 42 within $3\mu\text{m}$ in the range exceeding the threshold EC.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-321311

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	29/786		H 0 1 L 29/78	6 2 7 G
	21/336		21/20	
	21/20		21/268	Z
	21/268			B
			27/12	R
審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-153022

(22) 出願日 平成8年(1996)5月24日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 林 久雄

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 下垣内 康

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 峰岸 昌弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 晴敏

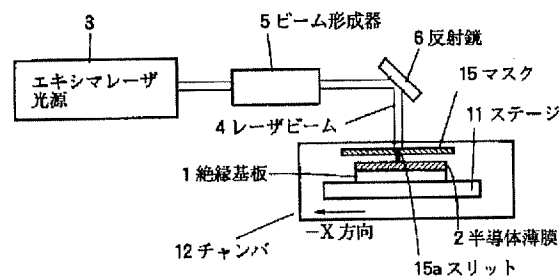
(54) 【発明の名称】 薄膜半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

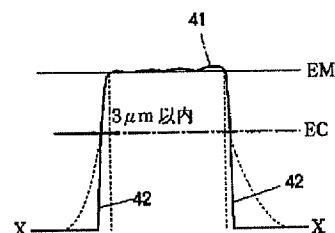
【課題】 半導体薄膜を結晶化する時レーザービームのエネルギー分布を改善して均一な結晶を得る。

【解決手段】 絶縁基板1の表面に非晶質の半導体薄膜2を形成する。この後レーザーアニール工程を行ない閾値ECを超えたエネルギーを有するレーザービーム4を照射して半導体薄膜2を熔融冷却し、非晶質から多結晶に転換する。レーザーアニール工程は絶縁基板1の縦方向に沿って帯状に形成されたレーザービーム4のパルスを絶縁基板1に間欠照射し、且つその照射領域を部分的に重ねながら絶縁基板1に対して相対的に横方向(X方向)に移動する。この際レーザービーム4はX方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部41とその上端の傾斜部42とを有している。少なくとも閾値ECを超えた範囲で傾斜部42を急峻化して照射領域のX方向後端部における熔融温度を照射領域の内部と等しくなる様に調整する。この為、帯状のスリット15aを介してレーザービーム4を照射し閾値ECを超えた範囲における傾斜部42の幅を3μm以内に制御している。

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 縦方向及び横方向に広がる絶縁基板の表面に非晶質の半導体薄膜を形成する成膜工程と、閾値を超えたエネルギーを有するレーザービームを照射して該半導体薄膜を熔融冷却し非晶質から多結晶に転換するレーザーアニール工程と、該半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する加工工程とを行なう薄膜半導体装置の製造方法であって、

前記レーザーアニール工程は、該絶縁基板の縦方向に沿って帯状に形成されたレーザービームのパルスを該絶縁基板に間欠照射し且つその照射領域を部分的に重ねながら絶縁基板に対して相対的に横方向に移動する工程であり、前記レーザービームは横方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部とその両側の傾斜部とを有しており、少なくとも閾値を超えた範囲で傾斜部を急峻化して照射領域の横方向後端部における熔融温度又は熔融時間が実質的に照射領域の内部と等しくなる様にした事の特徴とする薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項2】 前記レーザーアニール工程は、帯状のスリットを介してレーザービームを照射してエネルギー分布の傾斜部を急峻化する事の特徴とする請求項1記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項3】 前記レーザーアニール工程は、閾値を超えた範囲における傾斜部の幅が $3\mu\text{m}$ 以内である事の特徴とする請求項1記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項4】 縦方向及び横方向に広がる絶縁基板の表面に非晶質の半導体薄膜を形成する成膜工程と、閾値を超えたエネルギーを有するレーザービームを照射して該半導体薄膜を熔融冷却し非晶質から多結晶に転換するレーザーアニール工程と、該半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する加工工程とを行なう薄膜半導体装置の製造方法であって、

前記レーザーアニール工程は、該絶縁基板の縦方向に沿って帯状に形成されたレーザービームのパルスを該絶縁基板に繰り返し間欠照射し且つその照射領域を部分的に重ねながら絶縁基板に対して相対的に横方向に移動する工程であり、

前記レーザービームは横方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部とその両側の傾斜部とを有しており、照射領域の重なり部分を大きくして間欠照射の繰り返し回数を増す事で閾値を上昇させ、閾値を超えた範囲におけるエネルギー分布の傾斜部の幅を縮小化して照射領域の横方向後端部における熔融温度又は熔融時間が実質的に照射領域の内部と等しくなる様にした事の特徴とする薄膜半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記レーザーアニール工程は、閾値を超えた範囲における傾斜部の幅が繰り返し照射の最後の段階で $1\mu\text{m}$ 以内となる様に繰り返し回数を設定する事の特徴とする請求項4記載の薄膜半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は絶縁基板上に成膜された半導体薄膜を活性層とする薄膜トランジスタが集積的に形成された薄膜半導体装置の製造方法に関する。より詳しくは、絶縁基板上に半導体薄膜を成膜した後その結晶化を目的として行なわれるレーザービーム照射技術（レーザーアニール）に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜半導体装置の製造工程を低温プロセス化する方法の一環として、レーザービームを用いたレーザーアニールが開発されている。これは、絶縁基板上に成膜された非晶質シリコンや多結晶シリコン等非単結晶性の半導体薄膜にレーザービームを照射して局部的に加熱熔融した後、その冷却過程で半導体薄膜を結晶化するものである。この結晶化した半導体薄膜を活性層（チャネル領域）として薄膜トランジスタを集積形成する。結晶化した半導体薄膜はキャリアの移動度が高くなる為薄膜トランジスタを高性能化できる。図6に示す様に、このレーザーアニールでは絶縁基板1の縦方向（Y方向）に沿って帯状に形成されたレーザービーム4のパルスを絶縁基板1に間欠照射する。この時同時に、その照射領域を部分的に重ねながらレーザービーム4を絶縁基板1に対して相対的に横方向（X方向）に移動させている。図示の例では、固定されたレーザービーム4の照射領域に対し絶縁基板1を-X方向にステップ移動させている。この様に、レーザービーム4をオーバーラップさせる事により半導体薄膜の結晶化が比較的均一に行なわれる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】薄膜半導体装置は例えばアクティブマトリクス型表示装置の駆動基板等に好適であり、近年盛んに開発が進められている。表示装置に応用する場合ガラス等からなる透明絶縁基板の大型化及び低コスト化が強く要求されている。例えば図6に示した例では、絶縁基板1のX方向寸法は $400\text{mm}\sim 500\text{mm}$ に達し、Y方向寸法は $300\sim 400\text{mm}$ に達している。この様な大型化及び低コスト化を満たす為上述したレーザービームを利用する結晶化レーザーアニールが注目を集めている。レーザービーム照射により比較的低温で半導体薄膜を結晶化できる為低融点ガラス等比較的低コストの透明絶縁基板を採用できる。又、帯状のレーザービーム4を走査しオーバーラップ照射する事で比較的大面積の半導体薄膜を非晶質から多結晶に効率良く転換できる。現在、レーザービームの光源としてはエキシマレーザーが広く用いられている。しかしながら、このエキシマレーザーは出力パワーの関係でレーザービームの断面積を極端に大きくする事はできない。この為、レーザービームを帯状もしくは矩形状に整形して、これをオーバーラップしながら走査（スキャニング）する事により、大型ガラス等からなる透明絶縁基板の全面に照射している。しかしながら、このスキャニング時にレーザービーム4のエネルギー

分布の影響により結晶の粒径等が不均一になる。これにより表示装置等に集積形成された駆動用薄膜トランジスタの動作特性がばらつく様になる為、均一な表示を行なう事が困難であるという課題がある。

【0004】一般に、エキシマレーザは約200Wの出力パワーを有している。図7に示す様に、レーザビーム4を帯状に整形してパワーの集中化を図っている。図示の例では帯状レーザビーム4の照射領域はX方向が0.3mm(300 μ m)程度であり、Y方向の寸法が150mm程度である。このレーザビーム4をX方向に走査しながら間欠的に照射する事で絶縁基板の全面に成膜された半導体薄膜を結晶化できる。

【0005】図8は帯状に整形されたレーザビーム4のX方向(横方向)に沿ったエネルギー分布を模式的に表わしている。このエネルギー分布は中央の平坦部41とその両側の傾斜部42とを有しており全体として略台形プロファイルとなっている。平坦部41の幅は例えば300 μ mであり、そのエネルギーレベルをEMで表わしている。一方、各傾斜部42の幅は20 μ m程度である。この傾斜部42はレーザビームを帯状に整形する光学系の作用により必然的に生じるものである。レーザビーム4は所定の閾値ECを超えたエネルギー分布を有しており、これを照射する事により半導体薄膜を熔融冷却し非晶質から多結晶に転換する。閾値EC以下のエネルギーでは半導体薄膜が熔融しない為結晶化は促進されない。

【0006】図9はレーザビームをオーバーラップしながらスキャン照射する状態を模式的に表わしたものである。従来、例えば90%のオーバーラップでレーザビームを繰り返して間欠照射している。レーザビームのX方向幅が300 μ mである場合間欠照射の1ステップ当たり移動量は30 μ mになる。従って、間欠照射を10回繰り返す事によりレーザビームがそのX方向幅分300 μ mだけ走査される事になる。図9の(A)では1~10で示す10回分の照射が1サイクルとなっており、次の①で表わす照射で前のサイクルから後のサイクルに抜ける事になる。

【0007】(B)は半導体薄膜2上における特定領域43をハッチングで示しており、そのX方向幅は30 μ mである。この特定領域43に着目すると、これには1から10で示すレーザビームが10回繰り返して照射される事になる。例えば9で示すレーザビームの場合、その平坦部41が特定領域43に照射される。従って、この特定領域43には高いエネルギーレベルEMが加えられるので半導体薄膜2が加熱熔融した後冷却過程で結晶化する。同様に最後の10で示すレーザビームの場合でも特定領域43にはエネルギー分布の平坦部41が照射される為十分な熔融冷却が行なわれる。この様に、熔融冷却を10回繰り返す事により結晶粒径が拡大する。ところで次のサイクルに移行すると1で示すレーザビームの丁

度傾斜部42が特定領域43の一部に照射される。この時、(A)で示す閾値ECより下の範囲の傾斜部の照射を受けた特定領域43の部分は熔融温度に達しない為先の10で示すレーザビームにより結晶化された良好な状態がそのまま維持できる。しかしながら、閾値ECを超える範囲の傾斜部42の照射を受けた特定領域43の部分は再び熔融する為先の良好な結晶状態が乱される。

【0008】(C)に示す様に、特定領域は閾値ECを超える傾斜部42が照射される第1領域431と閾値ECを下回る傾斜部42の部分が照射される第2領域432と、1で示すレーザビームが全く照射されない第3領域433とに別れる。第2領域432及び第3領域433は1で示すレーザビームが照射されても熔融温度に達しない為、前の10で示すレーザビームにより得られた良好な結晶状態が保持される。これに対し、第1領域431は閾値ECを超えるエネルギーが照射される為熔融冷却が起こり、先に得られた良好な結晶状態が乱される。一般に、閾値ECより上で突沸を起こさない範囲までを考えると、エネルギーが高いほど大きな結晶粒径が得られる。第2領域432及び第3領域433は10に示すレーザビームの照射で高いエネルギーレベルEMが加えられ大きな結晶粒径が次の1で示すレーザビームの影響を受ける事なくそのまま保存されるのに対し、第1領域431はECとEMの間の比較的低いエネルギーが1で示すレーザビームの照射により加えられるので、先の大きな結晶粒径が保存されず不十分な熔融冷却が生じる為結晶粒径が小さくなる。この結果(C)に示す様に、半導体薄膜2の表面は30 μ mのピッチで結晶粒径の比較的大きな第2領域432及び第3領域433と結晶粒径の比較的小さな第1領域431が交互に配列し混在する事になるので、全体として半導体薄膜2の結晶の均一性が損なわれる。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した従来の技術の課題を解決する為以下の手段を講じた。即ち、本発明によれば薄膜半導体装置は以下の工程により製造される。基本的には先ず成膜工程を行ない、縦方向及び横方向に広がる絶縁基板の表面に非晶質の半導体薄膜を形成する。次にレーザアニール工程を行ない、閾値を超えたエネルギーを有するレーザビームを照射して該半導体薄膜を熔融冷却し非晶質から多結晶に転換する。この後加工工程を行ない、該半導体薄膜を活性層として薄膜トランジスタを集積形成する。具体的には、前記レーザアニール工程は、該絶縁基板の縦方向に沿って帯状に形成されたレーザビームのパルスで該絶縁基板に間欠照射し且つその照射領域を部分的に重ねながら絶縁基板に対して相対的に横方向に移動する。特徴事項として、前記レーザビームは横方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部とその両側の傾斜部とを有しており、少なくとも閾値を超える範囲で傾斜部を急峻化して照射領域の横方向後端部に

における熔融温度又は熔融時間が実質的に照射領域の内部と等しくさせる。例えば、前記レーザアニール工程は、帯状のスリットを介してレーザビームを照射する事によりエネルギー分布の傾斜部を急峻化する。好ましくは、前記レーザアニール工程は閾値を超えた範囲における傾斜部の幅が $3\mu\text{m}$ 以内である。本発明の他の側面によれば、照射領域の重なり部分を大きくして間欠照射の繰り返し回数を増す事で閾値を上昇させ、閾値を超えた範囲におけるエネルギー分布の傾斜部の幅を縮小化して照射領域の横方向後端部における熔融温度又は熔融時間が実質的に内部と等しくする。

【0010】本発明によれば、帯状に形成されたレーザビームは横方向に沿ったエネルギー分布が略台形プロファイルとなっている。少なくとも閾値を超えた範囲で台形プロファイルの傾斜部を急峻化している。これにより、閾値を超えた範囲における傾斜部の幅が例えば $3\mu\text{m}$ 以内（好ましくは $1\mu\text{m}$ 以内）に抑える事ができる。この傾斜部の幅は極めて狭い為横方向の熱伝導により平坦部と同程度まで瞬時に昇温する。換言すると、平坦部と傾斜部との間にエネルギー差があるにも関わらずこれらの照射を受けた部位では瞬間的な熱伝導の為温度差は実質的に生じない。即ち、照射領域の横方向後端部における熔融温度又は熔融時間が実質的に内部と等しくなる為、エネルギー分布に傾斜部が含まれているにも関わらず結晶粒径は均一である。エネルギー分布の傾斜部を急峻化させる代わりに間欠照射の繰り返し回数を増す事で閾値を上昇させ、閾値を超えた範囲におけるエネルギー分布の傾斜部の幅を縮小化できる。即ち、閾値を上昇させる事は傾斜部を急峻化させる事と実際の作用では等価になる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の最良な実施形態を詳細に説明する。図1は本発明にかかる薄膜半導体装置製造方法の主要部をなすレーザアニール工程を示す模式図である。（A）に示す様に、結晶化レーザアニールを行なう場合、XYステージ11が組み込まれたアニールチャンバ12の中に低融点ガラス等からなる絶縁基板1を投入する。この絶縁基板1の表面には予め非単結晶性の半導体薄膜2が成膜されている。半導体薄膜2としては例えばP-CVD法により非晶質シリコンが形成される。このチャンバ12内で例えばXeClエキシマレーザ光源3から放射されたレーザビーム4を絶縁基板1に照射する。これにより非晶質シリコンは一旦熔融し、冷却過程で結晶化が行なわれ多結晶シリコンに転換する。これにより半導体薄膜2のキャリア移動度が高くなり薄膜トランジスタの電気特性を改善できる。なお、レーザビーム4の断面形状を帯状（ライン状）に整形し且つエネルギー断面強度の均一性を保つ為、ビーム形成器5が挿入されている。ビーム形成器5を通過した帯状のレーザビーム4は反射鏡6で反射した後、マス

ク15を介してチャンバ12内に収納された絶縁基板1に照射される。レーザビーム4のパルスを間欠照射する際、これに同期してXYステージ11を一X方向にステップ移動する。これによりレーザビーム4の照射領域を部分的に重ねながら絶縁基板1に対して相対的にレーザビーム4をX方向（横方向）に移動する。

【0012】（B）に示す様に、レーザビーム4はX方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部41とその両側の傾斜部42とを有しており略台形プロファイルとなっている。平坦部41のエネルギーレベルはEMで表わされている。特徴事項として、少なくとも閾値ECを超えた範囲で傾斜部42を急峻化して照射領域のX方向後端部における熔融温度が実質的に内部と等しくなる様に制御する。具体的には、マスク15に形成された帯状のスリット15aを介してレーザビーム4を照射する事によりエネルギー分布の傾斜部42を急峻化している。この様にすると、閾値ECを超えた範囲における傾斜部42の幅を $3\mu\text{m}$ 以内（好ましくは $1\mu\text{m}$ 以内）に調整する事が可能である。この為には、マスク15を可能な限り絶縁基板1の表面に接近させる必要がある。例えば、スリット15aのX方向に沿った開口幅が $300\mu\text{m}$ の場合、マスク15と絶縁基板1の表面との間隙寸法を数 μm 程度まで接近させると良い。なお、マスク15を用いてエネルギー分布の傾斜部を急峻化させた場合、閾値ECを超える範囲はもちろんこれを下回る範囲も略垂直に近くまで急峻化される。但し、本発明はこれに限られるものではなく閾値ECを下回る範囲については半導体薄膜2の結晶化に影響を及ぼす事がないので点線に示す様に大きなスロープとなっても良い。

【0013】図2はレーザビームの間欠照射とこれによって生じる半導体薄膜の結晶状態を示す模式図である。なお、理解を容易にする為図9と対応する部分には対応する参照番号を付してある。図1に示したマスク15のスリット15aのX方向幅を $300\mu\text{m}$ に設定した場合を説明する。照射領域のオーバーラップを90%に設定すると、（A）に示す様に1から10の10回の間欠照射で1サイクルが終了し、次のサイクルに移行する。間欠照射のステップ幅は $30\mu\text{m}$ である。本発明の特徴事項として、エネルギー分布の傾斜部42は急峻化されており、閾値ECを超える範囲で傾斜部42のX方向幅が $3\mu\text{m}$ 以内である。

【0014】（B）は、半導体薄膜2の特定領域43をハッチングで表わしている。この特定領域43のX方向幅は $30\mu\text{m}$ である。この特定領域43に対して1から10で示す10発のレーザビームが重ねて照射される。例えば9で示すレーザビームではその平坦部41が特定領域43に照射され、10で示すレーザビームもその平坦部が特定領域43に照射される。この平坦部のエネルギーレベルEMは閾値ECより十分に高い為大きな結晶粒径が得られる。この様に1から10で示す1サイクルの

繰り返しレーザービーム照射が終了すると、再び1で示す次のレーザービームの照射サイクルに入る。このレーザービームは11発目に相当するので特定領域43から抜ける事になる。しかしながら、その後端側傾斜部42が一部特定領域43にかかっている。

【0015】(C)は特定領域43内における結晶状態を表わしている。第1領域431には次のサイクルにおける1で示したレーザービームの閾値ECを超える傾斜部42の範囲が照射される。従って、第1領域431では溶融冷却が生じる。しかしながら、そのX方向幅は約3 μ m以内でありその右側に位置する第4領域434からの熱伝導により十分な熱エネルギーの供給を受ける為後端側の第1領域431と内部の第4領域434との間で殆ど温度差が生じない。即ち、第4領域434には1で示すレーザービームの平坦部41が照射される為十分な熱量が加えられる。これに隣接する第3領域431の幅は3 μ m以内で極めて狭く熱伝導により瞬時に第4領域434と同程度まで昇温する。従って第1領域431における溶融冷却過程は第4領域434における溶融冷却過程と略同一であり均一な結晶粒径が得られる。なお、閾値EC以下のエネルギーが供給される第2領域432及びエネルギーが全く供給されない第3領域433は、10で示す最後のレーザービームの照射により結晶化された状態がそのまま保存される。従って、半導体薄膜2は略全面に渡って均一な結晶粒径が得られる。

【0016】図3は本発明にかかるレーザーアニールの他の実施形態を示す模式図である。理解を容易にする為図9と対応する部分には対応する参照番号を付してある。本実施形態では照射量域の重なり部分を大きくして間欠照射の繰り返し回数を増す事で閾値を最初のEC1から最後のEC2まで上昇させ、閾値EC2を超えた範囲におけるエネルギー分布の傾斜部の幅を例えば1 μ m以内まで縮小化して照射領域の横方向後端部における溶融温度が実質的に内部と等しくなる様にしている。具体的には(A)で示す様に、照射領域の重なり部分を大きくして95%オーバーラップとしている。図9に示した従来例が90%オーバーラップで間欠照射のステップ幅が30 μ mであるのに対し、本実施形態では95%オーバーラップとなる為間欠照射のステップ幅は15 μ mとなる。この間欠照射を1から20で示す様に20回繰り返す事によりレーザービームのX方向幅300 μ m分だけ照射する事ができ1サイクルが完了する。即ち、図9に示した従来例に比し1サイクル当たり間欠照射の繰り返し回数が10回から20回に増えている。この様に照射を繰り返すと結晶粒径がこれにつれて大きく成長する。この結果最初の閾値レベルEC1が1サイクルの終了時点ではEC2まで上昇する。即ち、結晶粒径が成長するにつれ溶融温度が上方シフトするので閾値ECが高くなる。

【0017】(B)は半導体薄膜2に設定された特定領域43をハッチングで示している。この特定領域43の

X方向幅は15 μ mであり、これに1から20で示す20発のレーザービームが重ねて照射される。次のサイクルの1で示すレーザービームはこの特定領域43を抜け隣接する次の特定領域に移行する。しかしながら、1で示すレーザービームの後端側傾斜部42はこの特定領域43にかかっている。即ち、特定領域43は1サイクルのレーザービーム照射が完了したにも関わらず次のサイクルの1で示す1発目のレーザービームの後端側傾斜部42が照射される事になる。

【0018】(C)は上述した特定領域43における結晶状態を模式的に表わしている。特定領域43は第1領域431と第2領域432に別れている。第1領域431には1で示すレーザービームの閾値EC2を超える傾斜部42が照射される。一方第2領域432には同じく1で示すレーザービームの閾値EC2を下回る範囲の傾斜部42が照射される。この結果第1領域431には結晶の溶融冷却が生じる一方第2領域432には溶融冷却は生ぜず、前のサイクルで形成された大粒径の結晶がそのまま保存される。第1領域431のX方向幅は例えば1 μ m以内であり、これと隣接する第4領域434から瞬時に大量の熱の供給を受ける。従って、1で示すレーザービームの平坦部41が照射される第4領域434と略等しい温度まで第1領域431は昇温する。従って、第1領域431における溶融温度は略第4領域434における溶融温度と等しくなり、同等な品質の結晶が得られる。換言すると、第1領域431の存在は略無視する事が可能であり、半導体薄膜2の全面に渡って均一な結晶状態が得られる。図2の(A)と図3の(A)を比較すれば明らかな様に、先の実施形態では傾斜部を急峻化して閾値ECを超える傾斜部の範囲のX方向幅を縮小化しているのに対し、本実施形態では間欠照射の繰り返し回数を増やす事で閾値ECを上昇させこれにより閾値を上回る傾斜部のX方向幅を縮小化している。何れの実施形態も、結晶の溶融冷却に影響を与える閾値レベル以上の傾斜部の範囲を狭める点で共通している。

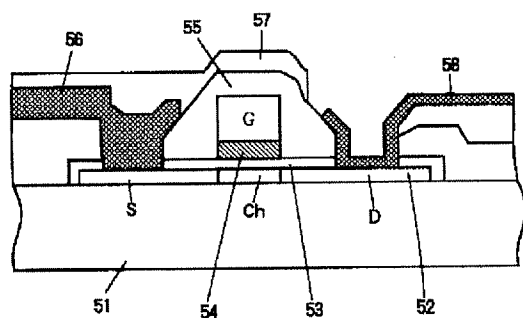
【0019】図4は、本発明に従って製造された薄膜半導体装置の一例を示す模式的な断面図である。絶縁基板51の表面には半導体薄膜52が所定の形状にパタニングされており素子領域を形成する。この半導体薄膜52は本発明に従ってレーザーアニールされたものである。この為半導体薄膜52は均一な多結晶構造を有し薄膜トランジスタの活性層として優れた特性を備えている。半導体薄膜52には不純物が高濃度に拡散されたソース領域Sとドレイン領域Dとが形成されており両者の間にチャネル領域Chが設けられる。チャネル領域Chの上方にはゲート酸化膜53及びゲート窒化膜54を介してゲート電極Gが形成されており、薄膜トランジスタを構成する。この薄膜トランジスタは移動度 μ や閾値Vth等の点で特性が向上している。この薄膜トランジスタは第1層間絶縁膜55により被覆されている。この第1層間絶

縁膜 55 に設けられた第 1 コンタクトホールを介して信号ライン 56 がソース領域 S に電気接続されている。第 1 層間絶縁膜 55 の上にはさらに第 2 層間絶縁膜 57 が成膜される。この第 2 層間絶縁膜 57 の上には ITO 等の透明導電膜からなる画素電極 58 がパタニング形成されており、第 2 コンタクトホールを介して薄膜トランジスタのドレイン領域 D に電気接続されている。かかる構成を有する薄膜半導体装置は例えばアクティブマトリクス型表示装置の駆動基板として応用される。

【0020】最後に図 5 を参照して、本発明に従って製造されたアクティブマトリクス型表示装置の一例を簡潔に説明する。本表示装置は駆動基板 101 と対向基板 102 と両者の間に保持された電気光学物質 103 とを備えたパネル構造を有する。電気光学物質 103 としては液晶材料等が広く用いられている。駆動基板 101 は大面積化が可能であり且つ比較的低コストのガラス等を用いる事ができる。駆動基板 101 には画素アレイ部 104 と駆動回路部とが集積形成されており、モノリシック構造を採用できる。即ち、画素アレイ部 104 に加え周辺の駆動回路部を一体的に内蔵する事ができる。駆動回路部は垂直駆動回路 105 と水平駆動回路 106 とに別れている。又、駆動基板 101 の周辺部上端には外部接続用の端子部 107 が形成されている。端子部 107 は配線 108 を介して垂直駆動回路 105 及び水平駆動回路 106 に接続している。一方、対向基板 102 の内表面には対向電極（図示せず）が全面的に形成されている。画素アレイ部 104 には行状のゲートライン 109 と列状の信号ライン 110 が形成されている。ゲートライン 109 は垂直駆動回路 105 に接続し、信号ライン 110 は水平駆動回路 106 に接続する。両ラインの交差部には画素電極 111 とこれを駆動する薄膜トランジスタ 112 が集積形成されている。又、垂直駆動回路 105 及び水平駆動回路 106 にも薄膜トランジスタが集積形成されている。

【0021】

【図 4】



【発明の効果】以上説明した様に、本発明によれば、レーザービームは横方向に沿ったエネルギー分布が中央の平坦部とその両側の傾斜部とを有しており、特徴事項として少なくとも閾値を超えた範囲で傾斜部を急峻化して照射領域の横方向後端部における溶融温度が実質的に内部と等しくなる様に調整している。あるいは、照射領域の重なり部分を大きくして間欠照射の繰り返し回数を増す事で閾値を上昇させ、閾値を超えた範囲におけるエネルギー分布の傾斜部の幅を縮小化して照射領域の横方向後端部における溶融温度が実質的に内部と等しくなる様に調整している。かかる調整により、半導体薄膜の結晶化を均一化可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明にかかる薄膜半導体装置製造方法を示す説明図である。

【図 2】レーザービームの間欠照射を示す模式図である。

【図 3】同じくレーザービームの間欠照射を示す模式図である。

【図 4】本発明に従って製造された薄膜半導体装置の一例を示す断面図である。

【図 5】図 4 に示した薄膜半導体装置を駆動基板として組み立てたアクティブマトリクス型表示装置の一例を示す斜視図である。

【図 6】従来のレーザーアニールを示す模式図である。

【図 7】従来のレーザービームの形状を示す模式図である。

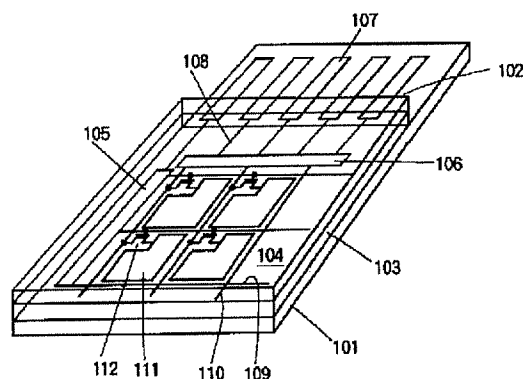
【図 8】従来のレーザービームのエネルギー分布を示すグラフである。

【図 9】従来のレーザービームの間欠照射を示す説明図である。

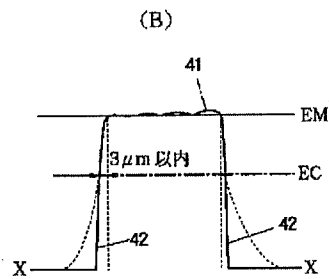
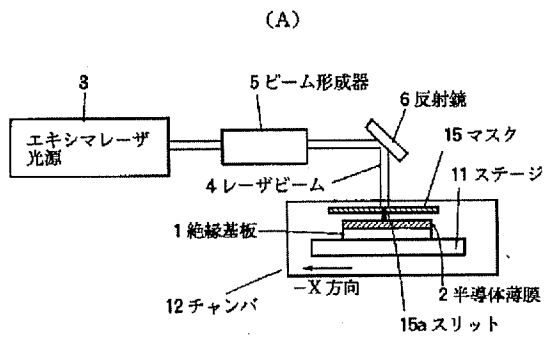
【符号の説明】

1…絶縁基板、2…半導体薄膜、3…エキシマレーザー光源、4…レーザービーム、5…ビーム形成器、6…反射鏡、11…XYステージ、12…チャンバ、15…マスク、15a…スリット

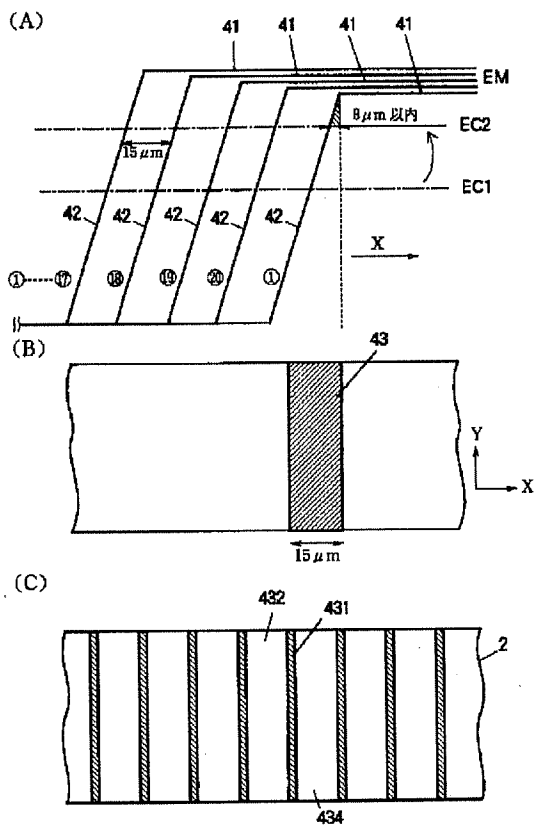
【図 5】



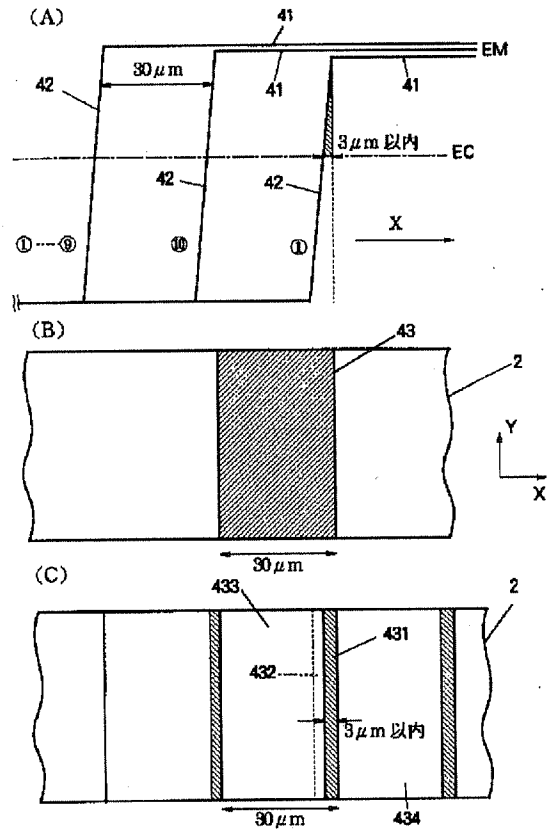
【図 1】



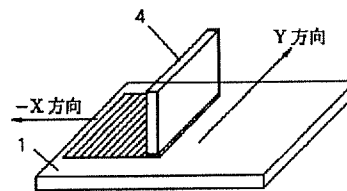
【図 3】



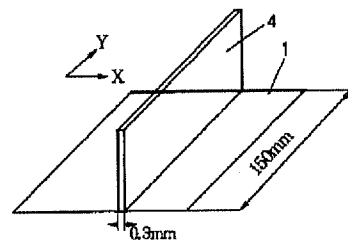
【図 2】



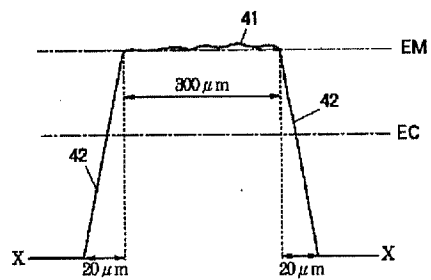
【図 6】



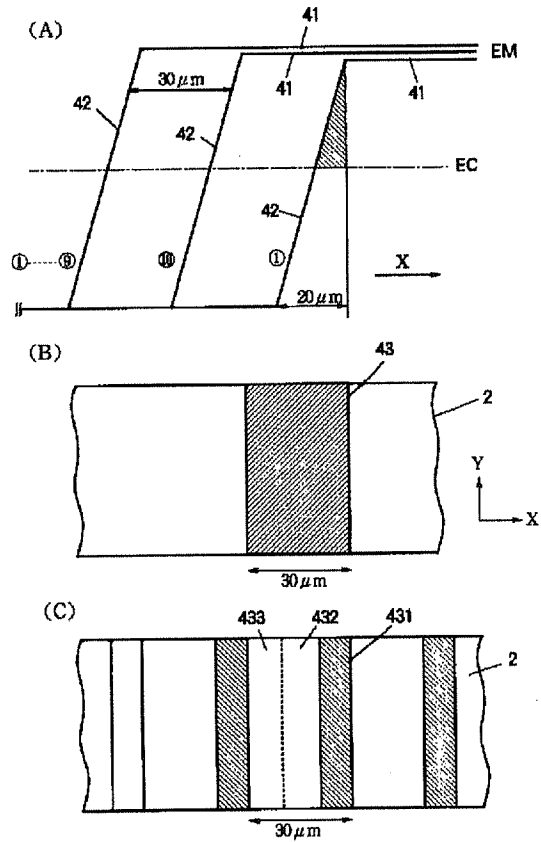
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
H 0 1 L 27/12

識別記号 庁内整理番号

F I
H 0 1 L 29/78

技術表示箇所

6 1 2